

補助事業番号 2022M-237

補助事業名 2022年度 X線回折を用いた3次元残留応力の非破壊評価による自動車の疲労寿命予測 補助事業

補助事業者名 工学院大学 工学部 機械システム工学科 安心安全デザイン研究室 小川雅

1 研究の概要

本事業では、X線回折法によるの表面計測値から、内部の残留応力を非破壊評価する方法（以下、本手法と呼ぶ）について、数値解析と実証実験によりその有効性を評価するとともに、さらにその推定精度を向上させることである。数値解析では、有限要素法を利用した抵抗スポット溶接のシミュレーションを実施できるようにし、得られたスポット溶接の残留応力場において、本手法により残留応力を推定し、その推定精度を評価する。また、本手法の推定精度を向上させるための方法について検討する。また、実証実験では、抵抗スポット溶接を実施する前後の表面の弾性ひずみをX線回折法により非破壊計測し、本手法により推定した残留応力と直接的に計測した値とを比較し、本手法の推定精度を評価する。

2 研究の目的と背景

自動車業界においては安全性の確保と軽量化の両立が求められており、自動車の接合部においては現場で非破壊に疲労寿命を予測することが求められている。本研究では、抵抗スポット溶接材に対して完全非破壊に3次元の溶接残留応力を評価できるようにすることを目指す。

3 研究内容

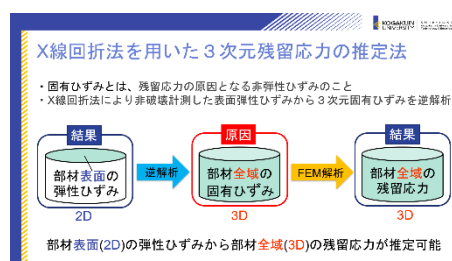
(1) 数値解析による残留応力評価と精度改善

URL: <https://aa-design-lab.com/information/fNTbA-wV>

数値解析では、現場で利用可能なX線回折法用いた3次元残留応力推定法を抵抗スポット溶接材に対して適用できるようにし、その推定精度を向上させる方法について検討した。

	全領域	現場利用	非破壊
X線回折	X 表面のみ	○	○
中性子回折	○	X 専用施設のみ	○
切断法	○	○	X 破壊を伴う
本手法 (X線回折法+面有ひずみ理論)	○	○	○

目的 3次元残留応力推定手法(本手法)における
スポット溶接に対する残留応力推定精度の向上



本提案手法の特徴と数値解析の目的

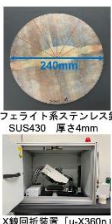
本提案手法の原理と特徴

(2) 抵抗スポット溶接材に対する本手法の実証実験

URL: <https://aa-design-lab.com/information/24cDhH86>

実証実験では、実際のスポット溶接材料に対して表面弾性ひずみ計測を行い、その値から本手法により求めた残留応力の推定値と、直接実測した値とを比較し、本手法の推定精度を評価した。

実験



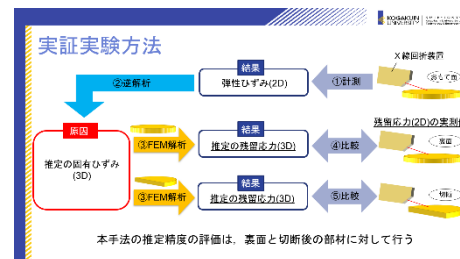
フェライト系ステンレス鋼
SUS430 厚さ4mm

X線回折装置「μ-X300n」

溶接・熱処理条件	
直径[mm]	Φ16
溶接時間[sec]	4
電流[A]	13
冷却プロセス	急冷
熱処理温度	500°Cで5時間保持
真空環境下ではない	

計測条件	
測定方法	単一入射法 (cos ² 法)
電圧[kV]	30
電流[mA]	0.58
試料距離[mm]	39

抵抗スポット溶接材とX線回折法



実証実験方法

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

自動車の製造においては数千点あるスポット溶接部のうち、疲労寿命に影響する箇所が10点程度あるが、本手法により3次元残留応力分布を非破壊に評価することができるようになれば、き裂の進展速度を評価することができるので、余寿命を予測することができるようになる。これにより、自動車をより長く安全に利用することができる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで熔融溶接材料や摩擦攪拌接合材料などに対して、本手法を適用してきたが、今回扱った抵抗スポット溶接は、産業界からの要望をもとに実施したものである。今後、企業との共同研究や実用化を進める上で重要な研究であると言える。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

該当なし

7 補助事業に係る成果物

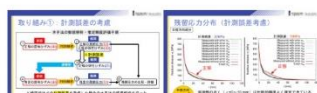
(1) 補助事業により作成したもの

本研究の成果のまとめ (<https://aa-design-lab.com/information/ftwXupUf>)

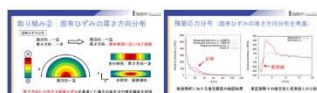
小川雅准教授が競輪の補助を受けて実施した研究成果を公開しました。

公益財団法人JKAより、2022年度自転車専攻機械指導員実習に関する補助金（研究代表者：小川雅）を受け、「X線撮影を用いた3次元残存能力の非破壊評価による自転車競技者の疲労測定」について、研究が実施されました。

本研究では、X線撮影を用いた3次元残存能力測定法（本手法）について、数値解析と実証実験の両方が実施されました。数値解析では、計測誤差がある場合でも、画像処理において比較的精確よく残存能力を測定できることが示されました。



また、競技スポート用ボールの熱影響が球と方向にも均等に持つため、幸阻となる面荷のずみも同じ方向に分布することを考慮して本手法を改善できるようにしました。数値解析により検証した精度検証と実証実験の結果は次の通りです。



(2) (1)以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 工学院大学工学部(コウガクインダイガクコウガクブ)

住 所: 〒163-8677

東京都新宿区西新宿1-24-2

担 当 者: 准教授 小川 雅(オガワ マサル)

担 当 部 署: 機械システム工学科(キカイシステムコウガクカ)

E - m a i l: souken@sc.kogakuin.ac.jp

U R L: <https://aa-design-lab.com/>